

10**CONCLUSÕES**

A repartição da energia firme total entre as usinas de um sistema hidrelétrico pode ser vista como uma repartição do benefício da sinergia existente da operação integrada das usinas. Este é um exemplo do problema geral de repartição de benefícios entre agentes que cooperam para a maximização do recurso compartilhado: como a “união” dos agentes para produzir, conjuntamente, o recurso de uso compartilhado é mais eficiente do que o desenvolvimento do recurso em separado por cada agente, surge o problema de alocar de forma “justa” os “bônus” entre os participantes. Em outras palavras, os benefícios da operação conjunta devem ser repartidos de forma que nenhum dos agentes tenha incentivo a sair da grande coalizão, o que resultaria em uma Energia Firme total do sistema menor que a da operação integrada. Este tipo de problema é estudado na *teoria de jogos cooperativos* e foi o foco de análise desta dissertação.

Mostrou-se que não existe uma maneira “ótima”, única, de se fazer esta repartição. Por outro lado, há critérios para verificar se uma dada metodologia de repartição apresenta algum aspecto inadequado. Um destes critérios é a chamada “justiça”: uma repartição é “injusta” se o benefício alocado à usina como participante do “grande conjunto” (no caso, todas as usinas hidrelétricas e térmicas) é menor do que a usina receberia se estivesse operando isoladamente, ou como parte de um subconjunto.

Mostrou-se que este critério equivale a pertencer ao chamado “núcleo” de um jogo cooperativo, isto é, o núcleo formaliza a idéia de “justiça” em uma alocação de benefícios entre agentes.

A partir da formulação do problema de energia firme como um modelo de otimização, esta dissertação investigou distintas alternativas para a sua distribuição entre os agentes, sempre sob a ótica da “justiça” da alocação resultante. Entre os distintos métodos investigados, mostrou-se que os que foram utilizados como base para o cálculo das energias firmes das usinas no sistema brasileiro (GMPC), podem não ser “justos”, isto é, podem não pertencer ao núcleo do jogo. Em particular, mostrou-se que o método

GMPC não é eficiente, pois não credita corretamente a contribuição dos reservatórios à energia firme, isto é, há uma transferência sistemática de energia firme das usinas a montante para as usinas a jusante. Esta “ineficiência” foi exemplificada para o sistema Brasileiro nos resultados desta dissertação, onde os certificados de energia assegurada vigentes e homologados pela ANEEL (calculados, em sua grande maioria pelo critério de geração média no período crítico) foram comparados proporcionalmente com a alocação AS. Verificou-se que há uma sucessiva transferência de benefícios das usinas a jusante para as usinas a montante na alocação Aumann-Shapley em relação aos valores vigentes.

Mostrou-se que o método de Aumann-Shapley origina-se de uma metodologia intuitiva, o método de Shapley. Além disso, o método de Aumann-Shapley supera as duas grandes dificuldades do método de Shapley (não-isonomia e dificuldade computacional) e demonstrou-se nesta dissertação que, além de robusto em relação ao tamanho dos recursos e eficiente computacionalmente, a alocação da energia firme por este método está no núcleo do jogo e, portanto, atende à condição de “justiça”.

No Brasil, é utilizada uma versão probabilística da energia firme, denominada energia assegurada, que é usada tanto como limite para contratos, como no chamado Mecanismo de Realocação de Energia (MRE), que aloca os benefícios da operação integrada entre as usinas e define o fluxo de receitas da usina no mercado de energia. Por estas razões a Energia Assegurada é um parâmetro de grande impacto comercial. O Anexo B discute o cálculo da energia assegurada no Brasil (e temas afins) e o Anexo C apresenta uma breve descrição do funcionamento do MRE.

Nesta monografia todas as análises e discussões foram concentradas no conceito de energia firme, e não na energia assegurada, pelas seguintes razões: (i) o critério da repartição da energia assegurada total entre as usinas hidrelétricas foi feita com base na energia firme²⁶; (ii) a energia firme ainda é usada em muitos países como critério de confiabilidade de suprimento; (iii) a maior parte dos resultados e metodologias desenvolvidos pode ser estendida à repartição da energia assegurada; (iii) a Agência Nacional de Águas (ANA), órgão responsável pela implantação da Política Nacional de

Recursos Hídricos, apresentou relatório técnico[1] sugerindo a adoção da energia firme como critério suplementar à energia assegurada para a confiabilidade do sistema.

Finalmente, a metodologia de cálculo e repartição da energia assegurada é um tema de grande complexidade técnica e de grande interesse regulatório/institucional. De um lado, cada mudança de metodologia acarreta ganhadores e perdedores em termos comerciais, e levará possivelmente a questionamentos sobre “respeito a contratos” e “direitos adquiridos”. Por esta razão, qualquer alteração de metodologia deve ser amplamente debatida e suas conseqüências técnicas e comerciais, amplamente analisadas, antes de se efetivar uma implementação. Por outro, a manutenção de metodologias que levam a distorções importantes fere o princípio da máxima eficiência/mínimo custo global para o consumidor, que é uma responsabilidade básica do governo.

²⁶ A repartição da energias firme total entre as usinas foi feita a partir da geração média de cada uma durante o período crítico (método de alocação apresentado no capítulo 4 desta monografia). Conforme explicado em [80], esta mesma ponderação foi usada para repartir a energia assegurada total.